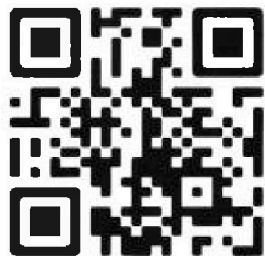


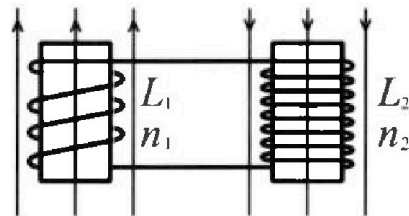
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

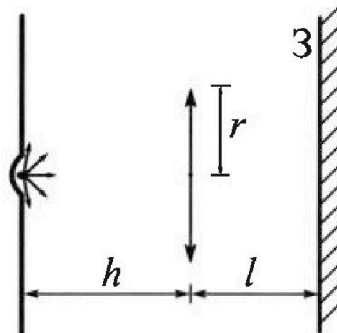


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

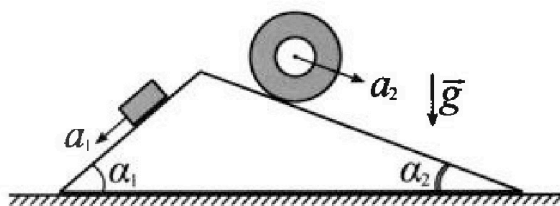
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

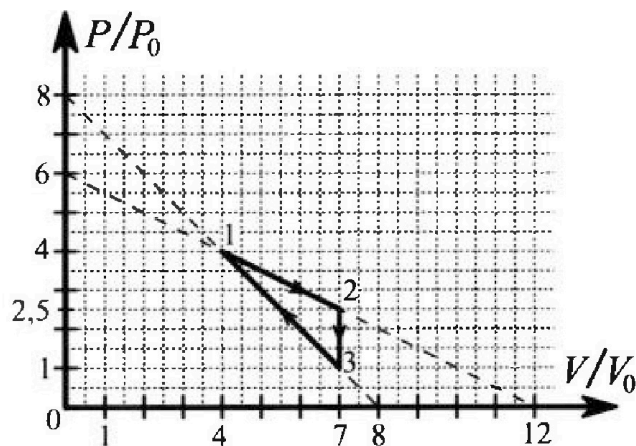


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ в выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

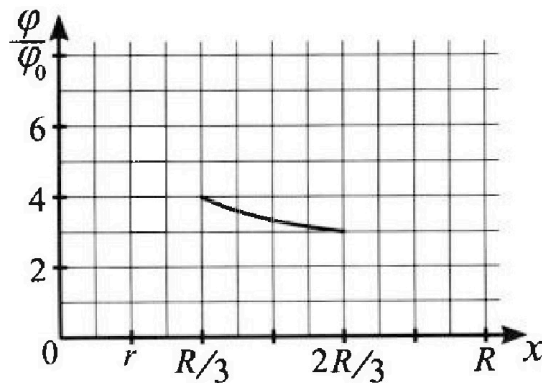
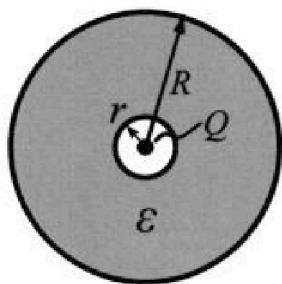
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



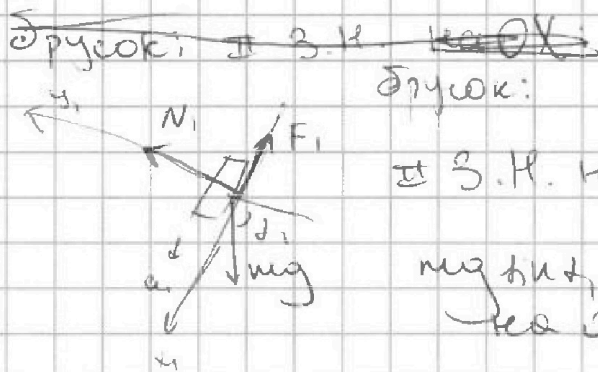
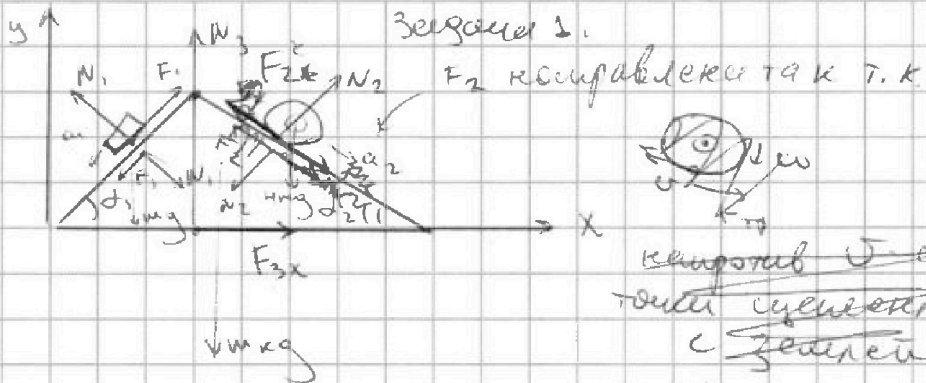


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



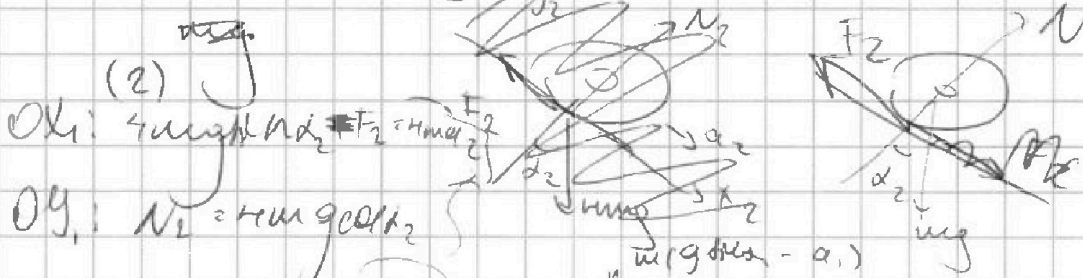
касательная в точке соприкосновения с землей

направление  $F_2$  против  $a_2$  если  $F_1 < 0 \Rightarrow$  в другое напр.

(1) напр.

мг  $\sin \alpha_1 - F_1 = m a_1$ ,  
на  $Oy_1$ :  
 $N_1 = m g \cos \alpha_1$

Аналогично для цилиндра:



из (1)  $\Rightarrow F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{24}$

$F_1 = \frac{47}{120} m g = \frac{3}{5} m g - \frac{5}{13} m g = \frac{14}{65} m g$

из (2)  $\Rightarrow F_2 = 4 m a_2 = 4 m g \sin \alpha_2 = 4 \cdot 5 m g = 20 m g$   
 $\Rightarrow F_2 = 4 \cdot 5 m g = 20 m g$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

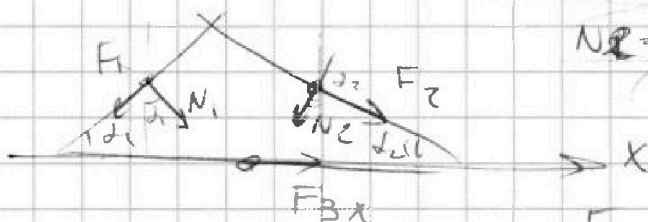
Задача 2.

$$mg(2) \Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 4m \left( g \cdot \frac{5}{13} - \frac{5g}{24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

Клин:

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$



$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$F_3 = F_3 \cos \alpha_3 \text{ ось } OX$$

$\Sigma M_x$

$$Ox: F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$Ox: -F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$

$$F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$

$$F_{3x} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 + 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) \cos \alpha_2 - 4mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 -$$

$$- 4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = \frac{14}{65} mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$

$$F_{3x} = mg \left( \frac{56}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{660}{13 \cdot 13 \cdot 3 \cdot 2} - \frac{12}{5 \cdot 5} - \frac{240}{13 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \cdot 1456$$

$F_3$

равновес.

$$Ox: N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

$$F_{3x} = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = 4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 - 4m(g - a_2) \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = -ma_1 \cos \alpha_1 + 4ma_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = m(4a_2 \cos \alpha_2 - a_1 \cos \alpha_1)$$

$$F_{3x} = \frac{12m}{13} \left( 4 \cdot \frac{5g}{246} \cdot \frac{12^2}{13} - \frac{5g}{13} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$F_{3x} = mg \left( \frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) = \frac{6mg}{13}$$

Ответ: ①  $F_1 = \frac{14}{65} mg$

②  $F_2 = \frac{55}{78} mg$

③  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

(1) 23. Терм:  $Q = A + \Delta U$

# ВТ. 1  $\rightarrow P_1, V_1, T_1$

ВТ. 2  $\rightarrow P_2, V_2, T_2$

$$\Delta U = C_V \nu \Delta T = \frac{C_V}{R} \nu R \Delta T = \frac{C_V}{R} (\nu R T_2 - \nu R T_1)$$

здесь  $\nu$  из  $\Delta T = T_2 - T_1$

$$\Delta U = \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

здесь  $\nu$  конст. и неск.  
 $P_2, V_2$  и  $P_1, V_1$

$$C_V = \frac{3}{2} R \cdot \nu \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (P_0 \cdot 7V_0 - 2.5 P_0 \cdot 7V_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \nu \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 P_0 V_0 \Rightarrow |\Delta U_{23}| = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

$A_{12}$  - работа за цикл;  $A_{12} = S_{12}$  - площадь

законченной в график;  $A_{12} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

$A_{12} = S_1 - S_2$ ;  $S_2$  - площадь под

графиком в цикле 3-1,  $S_1$  - площадь

под графиком в цикле 1-2

площадь  $\rightarrow$   $S_1 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+2.5)P_0}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{2} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$   
трапеция

$$S_2 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+1)P_0}{2} = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_1 - S_2 = \frac{39}{4} P_0 V_0 - \frac{15}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

$$| \Delta U_{23} | = \frac{63}{4} P_0 V_0, \quad A_{12} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \frac{| \Delta U_{23} |}{A_{12}} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = 7$$

D-ное-во  $v_0$  -  $v_{01}$  лага

(2)  $P_1 V_1 = \nu R T_1$  (1)  $\Rightarrow T_1$

Зависимость 1-2:  $\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{V_0}{V}$  (из формулы)

$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$  - из формулы  $\tan \alpha_{12} = -\frac{1}{2}$ ;  $|P_0| = 6 P_0$

$P V = \left( 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \right) V = \nu R T \Rightarrow T = \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 V - \frac{1}{2} P_0 \frac{V^2}{V_0} \right)$

$0 = \frac{dT}{dV} \leftarrow \max \Rightarrow \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{2V}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 6 P_0 = \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 6 V_0 \leftarrow \max T$

$T_{\max} = T(6 V_0) = \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$= \frac{1}{\nu R} \left( 6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$  (из (1))  $\Rightarrow T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

~~5~~ ~~2~~ ~~4~~ ~~7~~

$$Q_{23} = \Delta A_{23} (A_{23} = 0 \text{ так } V = \text{const}) = -\frac{21}{2} P_0 V_0 < 0 \Rightarrow \text{отдает}$$

$$\delta Q = \delta A + P dV$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; A_{12} = S_{12} = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2.5 \cdot 7 P_0 V_0 - 4 \cdot 4 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0 (=)$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{48}{4} P_0 V_0 = 12 P_0 V_0 \quad \uparrow \quad dP = -\frac{P_0 dV}{V_0}$$

на 3-1:  $P = 6P_0$   $P = 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$  из графика

$$\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow \delta Q = P dV + \cancel{P dV} dU$$

$$dU = \frac{C_V}{R} d(PV) = \frac{C_V}{R} (P dV + V dP) = \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP (=)$$

$$\Rightarrow \delta Q = P dV + \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} \left( 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0 dV}{V_0}$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV - \frac{3}{2} \frac{P_0 V dV}{V_0}$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - 4 P_0 \frac{V}{V_0} dV; \text{ так как } dV > 0 \Rightarrow$$

$$\delta Q > 0 \Rightarrow -20 P_0 + 4 P_0 \frac{V}{V_0} > 0$$

$$\Rightarrow V > 5 V_0$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~знаем от  $4V_0$  до  $5V_0$  получаем тепло~~

~~$$Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = -V_0 \cdot \frac{(4+3)P_0}{2} = -\frac{7}{2} P_0 V_0$$~~

~~$$\Delta U_{н31} = 16P_0 V_0 + \frac{3}{2} (16P_0 V_0 - 15P_0 V_0) =$$~~

от  $5V_0$  до  $7V_0$   $Q > 0 \Rightarrow$  задача 2

$$\rightarrow Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = 2V_0 \cdot \frac{(3+1)P_0}{2} = 4P_0 V_0$$

$$\Delta U_{н31} = \frac{3}{2} (15P_0 V_0 - 7P_0 V_0) = 12P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{н31} = 8P_0 V_0$$

$$Q_{н} = Q_{12} + Q_{н31} = 16P_0 V_0$$

$$A_{н3} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \eta = \frac{A_{н3}}{Q_{н}} = \frac{\frac{9}{4}}{16} = \frac{9}{64}$$

Ответ: 1)  $\frac{|\Delta U_{н31}|}{A_{н3}} = 7$

2)  $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3)  $\eta = \frac{9}{64}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3.

$$(1) \cdot (2) \cdot (3) = \dots \quad (2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{kQ}{aR} + \frac{kQ}{2aR} = \varphi_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} \Rightarrow \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5 \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = 1$$

$$(2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{3kQ}{aR} + \frac{9}{2} \frac{kQ}{aR} = \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR}$$

$$\theta(2) \Rightarrow 4 \cdot \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{2aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8kQ}{aR} - \frac{3kQ}{2aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{15}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2}$$

$$\theta(2) \Rightarrow 4 \cdot \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{aR} \Rightarrow \frac{9kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \epsilon = 1,5$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} \left(\frac{R}{4}\right) + \frac{4kQ}{aR}$$

$$(2) \quad \epsilon = 1,5$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3.

$$-\frac{d\varphi}{dx} = E \quad E = -\frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow d\varphi = -E dx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = -\int d\varphi = \int E dx$$

в  $x=r \Rightarrow \varphi(r) = \frac{kQ}{r}$

$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x E dx$ , где  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2}$

*где т. заряд  $kQ$  в не-лект-рисе*

т.к. в диэлектрике поле  $E$  раз меньше.

$$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{dx}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_r^x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(r) - \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r}\right)$$

где  $x = \frac{R}{4} \Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{r}\right)$

$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{4kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{4r}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} \left(\frac{4-1}{4}\right) + \frac{4kQ}{\epsilon R}$$

2) 1 точка:  $4\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$

$$\Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} \quad (2)$$

1 точка:  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R}\right) = \frac{6kQ}{R} - \frac{9kQ}{2\epsilon R} \quad (3)$



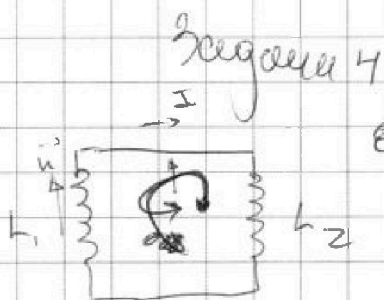
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1



$$\mathcal{E}_S = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S)}{dt}$$

$$S_1 = n_1 S, S = n_2 S$$

$$\mathcal{E}_{S1} = -n_1 S \frac{dB}{dt} = -n_1 S \alpha$$

$$\mathcal{E}_S = -L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} \Rightarrow -\mathcal{E}_S = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_1 S \alpha = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{5L}$$

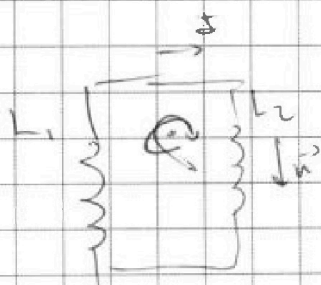
2

$$\mathcal{E}_{S1} = +n_1 S \dot{B}_1, \mathcal{E}_{S2} = -n_2 S \dot{B}_2$$

$$\mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = +L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I} = n_2 S \dot{B}_2$$

$$= n_2 S \dot{B}_2 + n_1 S \dot{B}_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = S \left( n_2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + n_1 \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right) \Rightarrow$$



$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \Delta I = S \left( n_2 \frac{4B_0}{3} + n_1 \frac{1B_0}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{S B_0}{L_1 + L_2} \left( \frac{4n_2}{3} + \frac{n_1}{2} \right)$$

$$\Delta I = \frac{S B_0}{5L} \left( \frac{4}{3} - \frac{8n}{3} \right) = -\frac{S B_0}{5L} \frac{5n}{3}$$

$$\Delta I = -\frac{S B_0 n}{6L}$$

$$\Phi_0 = (L_1 + L_2) I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{\Phi_0}{5L}, \Phi_0 = n_2 S \cdot 2B_0 + n_1 S \cdot B_0$$

$$\Phi_0 = 5n S_0 B_0 \Rightarrow I_0 = \frac{n S_0 B_0}{L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$I_0 = \frac{n S B_0}{L}$  Засадим н.

$\Delta I = \frac{1}{30} \cdot \frac{B_0 S \mu_0}{L} \Delta I = - \frac{n S B_0}{6L}$

$\Delta I = I - I_0 \rightarrow I = I_0 + \Delta I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L}$   
 $I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$

Ответ: ①  $I_1 = \frac{n S d}{5L}$

②  $I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L} \quad I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$

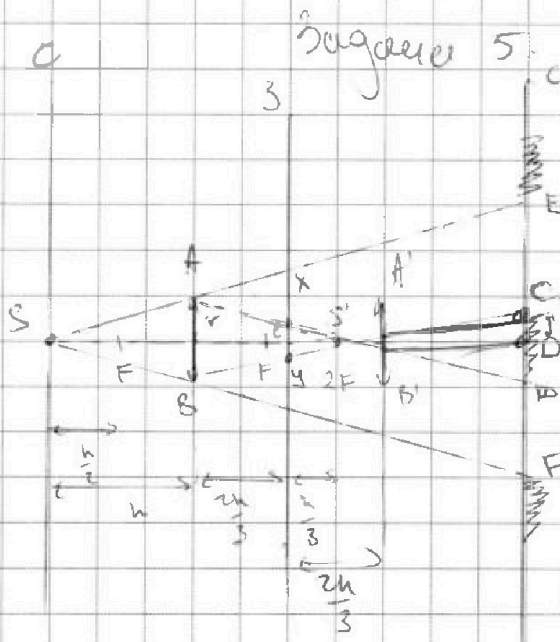


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Задача 5

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{2}{h} \Rightarrow$$

$$\rightarrow f = h \Rightarrow \text{угодн}$$

на раст. h от  
линзы т.е. в 2F

т.к. искомая луча на линзу  
Она дойдет и пройдет  
к изображению S'

Зеркало будет освещаться  
в пределах XY, где X куда луч идет  
через A, а Y, куда через B, другие лучи  
попавшие на линзу идут в [XY] на  
зеркало, далее отражаются от зеркала  
т.к. угол падения = углу отражения  
можно продолжить луч, идущий через  
зеркало, отобразив плоскость и  
тогда на раст.  $\frac{2h}{3} + h$ , после отражения  
лучи войдут, так как - дарты источ-  
ник в фокусе  $\rightarrow$  лучи войдут парал-  
лельно после отражения линзы  
т.к. отражение не в.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

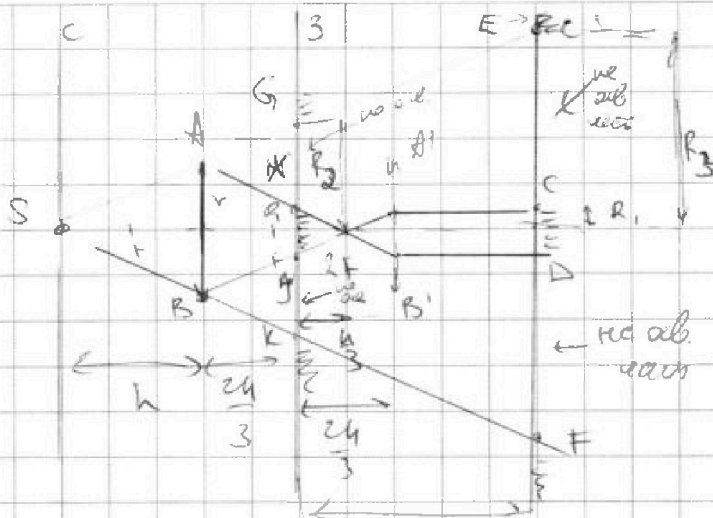
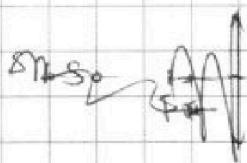
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

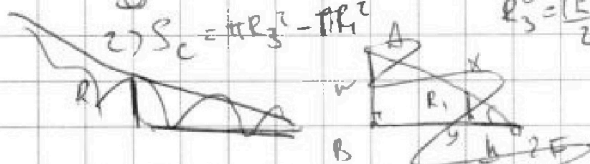
орна клетка =  $\frac{h}{3}$



лучи, не прошедшие через  $\frac{5h}{3}$  между клеткой по прямой и крайние точки, тогда луч идет через край

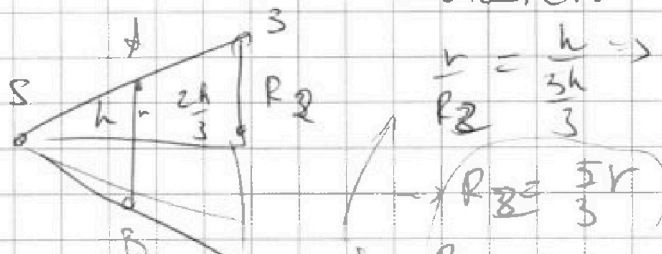
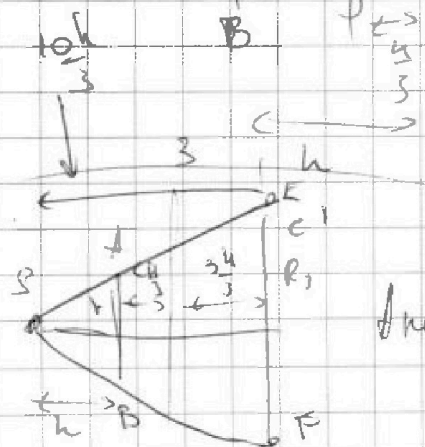
A и B получают E и F (орна ко стене)

1)  $S_3 = \pi R_3^2 - \pi R^2$ ; где  $R_2 = \frac{BK}{2}$ ,  $R_1 = \frac{KF}{2}$   
 2)  $S_2 = \pi R_2^2 - \pi R^2$ ; где  $R_3 = \frac{EF}{2}$



из подобия  $\Rightarrow \frac{r}{R_1} = \frac{h}{3} \Rightarrow R_1 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см.}$

т.к. 2 угла равны один один и соответствует.



Аналог. из подобия  $\frac{R_3}{r} = \frac{10h}{3} \Rightarrow R_3 = \frac{10}{3} \text{ или } 10 \text{ см.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

$$R_1 = \frac{r}{3}; R_2 = \frac{5}{3}r; R_3 = \frac{10}{3}r$$

$$S_3 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = 24\pi \cdot \text{см}^2$$

$$S_6 = \pi(R_3^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left( \frac{100}{9} - \frac{1}{9} \right) = 11\pi r^2 = 99\pi \cdot \text{см}^2$$

Ответ: ①  $S_3 = \frac{24}{9} \pi r^2 = 24\pi \text{ см}^2$

②  $S_6 = 11\pi r^2 = 99\pi \text{ см}^2$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

A

Черновик

$$\begin{array}{r} 24 \\ 13 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$240 + 72 = 312$$

$$\begin{array}{r} 24 \cdot 3 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 272 \\ 23 \\ \hline 47 \end{array}$$

$$39 - 25 = 14$$

$$\frac{13}{5} = \frac{65}{25}$$

$$5 \left( \frac{1}{6} - \frac{1}{13} \right)$$

$$10 \cdot 156 = 1560$$

$$F_2 + \text{чирок} \alpha_2 = 4 \text{ км} \alpha_2$$

$$\begin{array}{r} 120 - 65 \\ \hline 55 \end{array}$$

$$F_2 = 4 \text{ км} \alpha_2 - 9 \text{ км} \alpha_2$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13} = \frac{39 - 25}{65}$$

$$\begin{array}{r} 312 | 4 \\ \hline 13 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$4 \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4 \cdot 5 \cdot \frac{24 - 13}{24 \cdot 13}$$

$$\frac{4 \cdot 5 \cdot 11}{6 \cdot 24 \cdot 13} = \frac{55}{78}$$

~~КЭФ~~  $L = \Delta P$

$$P = - \frac{dP}{dt} = S$$

$$P_i = S_{u_i} \frac{dB}{dt} = 2 S_{u_i}$$

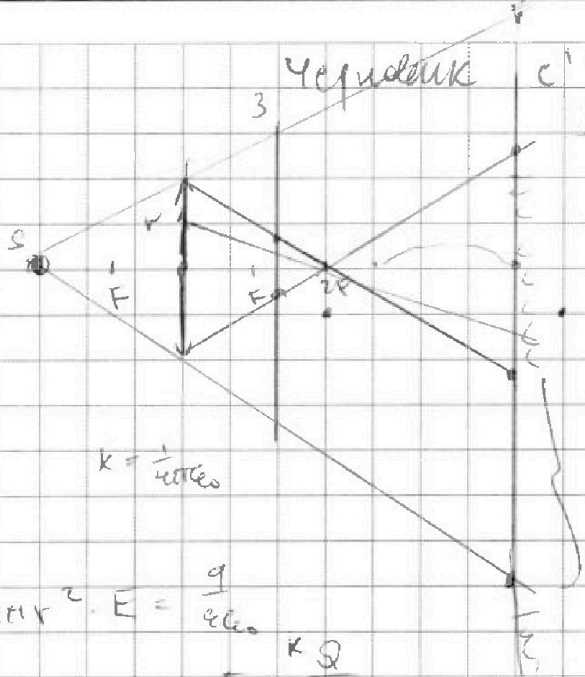
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Черта делит  $C'$

$$L_2 \ddot{I} = P = 0$$

$$E_S = k_1 \ddot{I} + k_2 \ddot{I}$$

$$L_1 \ddot{I} + L_2 \ddot{I} = \textcircled{E_S} = (L_1 + L_2) \ddot{I} = E_S$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

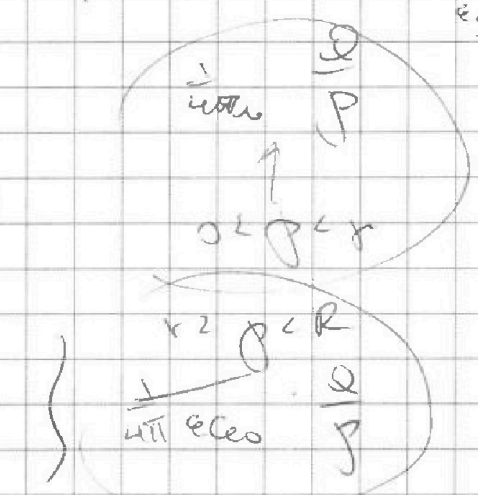
$$4\pi r^2 \cdot E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

$$I(L_1 + L_2) = |m_2$$

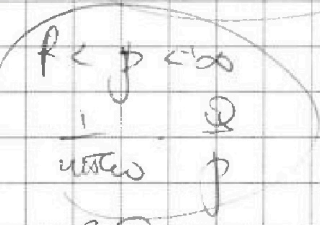
$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$d\varphi = -\int E dx$$



$$(L_1 + L_2) \ddot{I} = S(h_2 - h_1) \cdot B$$

$$\Delta I(L_1 + L_2) = S(h_2 - h_1) \Delta B$$



$$\varphi = 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3Q}{R}$$

$$\varphi^{(2)} = 3\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3Q}{2}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R} = \int \frac{kQ}{R^2} dx$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int \frac{kQ}{R^2} \cdot \frac{1}{x^2} dx = \frac{kQ}{R} \left( \frac{-1}{x} \right) \Big|_R^3 = \frac{3kQ}{2R} = \Delta\varphi = \varphi_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

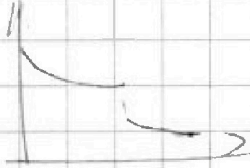
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

Черновик

$$\Phi = \mu n I$$

$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left( \frac{-1}{X} \right)^3$$



$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right)$$

$$4 \varphi_0 = \frac{2 \mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R}$$

$$e_{s1} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\varphi_0 = \frac{3 \mu n \Phi}{2 R \epsilon}$$

$$\left. \begin{aligned} L I &= \Phi \\ J &= \frac{\Phi}{L} = \frac{\mu n S R}{L} \end{aligned} \right\}$$

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

$$6 \frac{\mu n \Phi}{R \epsilon} = \frac{\mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R \epsilon}$$

$$e_{s1} + e_{s2} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

$$\frac{\varphi}{\epsilon} = 2 \Rightarrow \epsilon = 4,5$$

$$\Phi = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mu_1 S = L_1 (I_0 - I)$$

$$S (B_1 \mu_1 - B_2 \mu_2) S \Delta B = L \Delta I$$

$$\mu_2 S = L_2 (I - I_0)$$

$$\Phi_0 = \mu_1 S B_1$$

$$I L = \Phi \quad \mu_2 S B_1 = L_1 I_1$$

$$L_1 \Delta I = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_1 \Delta I_1 = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_2 \Delta I_2 = \mu_2 S \Delta B_2$$

$$\Delta I_1 = \frac{S \mu_1 \Delta B_1}{L_1}$$

$$\Delta I_2 = \frac{S \mu_2 \Delta B_2}{L_2} \quad \Delta I_2 = L_2 I = \Phi$$



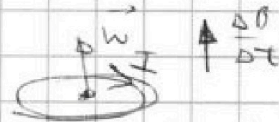
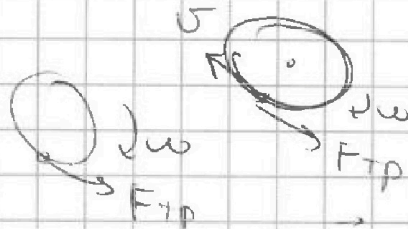
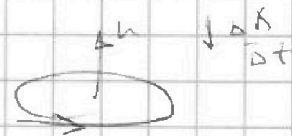
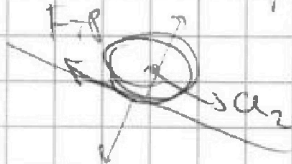
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$E_s = \omega \cdot L \cdot \dot{\varphi} = \dot{\varphi} \cdot S \cdot d$$

$$\frac{1}{2} - \frac{8}{3} - \frac{5}{6}$$

$$18 = 39 \cdot 2 = 13 \cdot 3 \cdot 2$$

$$65 = 13 \cdot 5$$

$$\frac{3 \cdot 8}{6}$$

$$\times \frac{109}{25}$$

$$550 + 110 = 660$$

$$100$$

$$56 = 13$$

$$156 = 560 + 108$$

$$2 \cdot \frac{2}{3} - 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$L \cdot I$$

$$\times 28$$

$$P = L$$

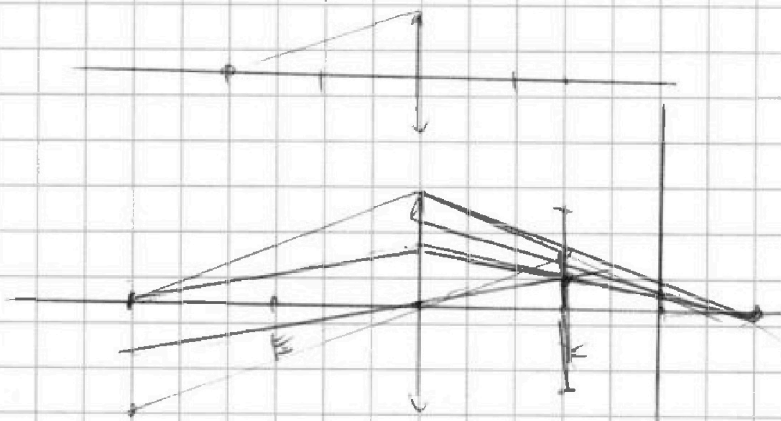
$$L \cdot F \cdot \dot{\varphi}$$

$$1456$$

$$I = P$$

$$\frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{7}{6}$$

$$\frac{I}{6} = L/I$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \text{tg} \alpha = \cos \beta z$$

$$\frac{21 \cdot 10^3}{A_{23}} = Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{03}; \Delta U_{23} = |7 P_0 V_0 - 25 \cdot 7 P_0 V_0|$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} + A_{23} = S_{12} = S_{12} = |S_{33}|$$

$$\frac{7}{4} (7 \cdot 4) P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_{12} = 3 P_0 V_0 \cdot \left( \frac{4 + 25}{2} \right) P_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$|A_{33}| = |S_{33}| = 3 P_0 V_0 \cdot \left( \frac{1 + 4}{2} \right) P_0 = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{13} = 39 - 30 = 9 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$1) = \frac{\frac{21}{2}}{\frac{9}{4}} = \frac{21}{2} \cdot \frac{4}{9} = \frac{14}{3} \quad (1)$$

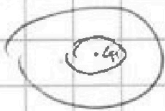
$$PV = \int P dV \Rightarrow 16 P_0 V_0 = \int P dV$$

$$9 \cdot 7 = 63$$

$$y = \frac{P}{A_{13}}$$

$$\frac{d \text{dep}}{dx} = E$$

$$\text{dep} = \int E dx$$



$$\frac{21}{2} - \frac{21}{2}$$



$$\frac{d \text{dep}}{dx} = E$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ \_ ИЗ \_ \_

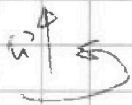
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

черновик

$$L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow L \dot{I} = \dot{\Phi} = -e_s$$

$$L \dot{I} = \dot{\Phi}$$

$$n_s \alpha = L, \dot{I}$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{h} \Rightarrow f = h$$

